

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

SO Geologia Tecnica, dell'Ambiente e del Territorio

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA PALERMO – MESSINA. RADDOPPIO FIUMETORTO – CEFALU' CASTELBUONO. TRATTA OGLIASTRILLO - CASTELBUONO

Fermata Cefalù –Rampa di accesso alla galleria di sfollamento

**INDAGINI GEOGNOSTICHE
SONDAGGI E PROVE IN FORO**

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.
R S 7 B 0 0 D 6 9 S G G E 0 0 0 1 0 0 1 A

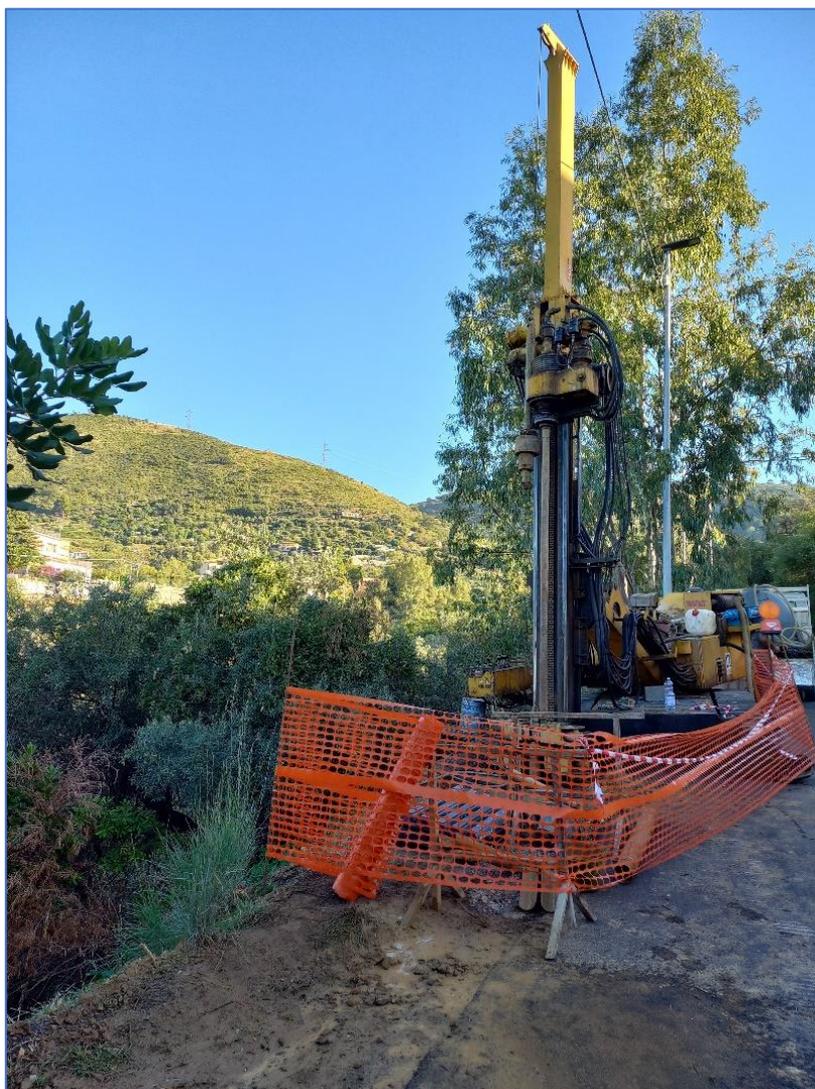
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	L&R	Novembre 2022	M. Scarpelli <i>Mario Scarpelli</i>	Novembre 2022	A. Barreca <i>A. Barreca</i>	Novembre 2022	M. Comedini Novembre 2022

File:

n. Elab.:

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Progetto Definitivo di Variante della galleria di sfollamento della fermata di Cefalù nell'ambito della Linea Palermo - Messina – Raddoppio Fiumetorto-Cefalù Castelbuono - tratta Ogliastrillo – Castelbuono



RAPPORTO DI PROVA INDAGINI GEOGNOSTICHE

REV.	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DATA	REDATTO PREP'D	CONTR. CHK'D	APPR. APPR'D	N° DOCUMENTO COMMESSA
00	RAPPORTO DI PROVA	Novembre 2022	Dott. Geol. Antonella Rando <i>Antonella Rando</i>	Dott. Geol. Francesco Amodèo <i>Francesco Amodèo</i>	Dott. Geol. Benedetto Spano <i>Benedetto Spano</i>	RdP 1208/CT22 IP1152IP01IP18

INDICE

1	PREMESSA	4
2	ELABORATI PROVE	5
3	INDAGINE MAGNETOMETRICA IN SUPERFICIE ED IN FORO	6
4	SONDAGGIO GEOGNOSTICO	7
4.1	Perforazione a carotaggio continuo	7
4.2	Attrezzatura e utensili di perforazione	9
4.3	Rilievo stratigrafico del sondaggio	10
4.3.1	Test rapidi di resistenza sulle carote	10
4.4	Prove geotecniche in foro	11
4.4.1	Prove penetrometriche dinamiche (SPT).....	11
4.4.2	Prove di permeabilità tipo Lefranc	12
4.4.3	Prove pressiometriche Menard.....	13
4.5	Installazione strumentazione in foro	15
4.5.1	Piezometro idraulico di Casagrande.....	15

ANNESSO N. 1 – PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELL' INDAGINE

ANNESSO N. 2 – MONOGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

1 PREMESSA

A seguito dell'affidamento del servizio di indagini geognostiche, Ordine n. 200001419 del 06/11/2020, relativo all' *Esecuzione di 1 sondaggio geognostico ordinario per il Progetto Definitivo di Variante della galleria di sfollamento della fermata di Cefalù nell'ambito della Linea Palermo - Messina – Raddoppio Fiumetorto-Cefalù-Castelbuono - tratta Ogliastrillo – Castelbuono*, la scrivente L. & R. Laboratori e Ricerche S.r.l., con sede a Catania in Via Passo del Fico snc, Presso Centro Commerciale all'ingrosso-Capannone 4 Blocco A3, ha effettuato i lavori di seguito esposti:

- indagini magnetometriche di superficie su di un'area di 50 mq (10 x 5 m) per ogni punto di indagine, e indagini magnetometriche in foro di sondaggio, fino alla profondità di 7 m dal p.c.;
- n. 1 perforazione meccanica a carotaggio continuo a profondità di 30 metri da p. c.;
- n. 2 prelievi di campioni indisturbati;
- n. 1 prelievo di campione rimaneggiato;
- n. 5 prove penetrometriche dinamiche in foro (SPT);
- n. 2 prove di permeabilità;
- n. 2 prove pressiometriche;
- Installazione di strumentazione in foro (n. 1 piezometro idraulico).

2 ELABORATI PROVE

Tutti i dati raccolti e analizzati sono stati utilizzati per la stesura della presente relazione, corredata dai seguenti elaborati:

- Annesso n° 1: Planimetria con ubicazione dell'indagine;
- Annesso n° 2: Monografia sondaggio geognostico;



PROGETTO DEFINITIVO

Fermata Cefalù –Rampa di accesso alla galleria di sfollamento

INDAGINI GEOGNOSTICHE

SONDAGGI E PROVE IN FORO

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS75

00

D 69 SG

GE 0001 001

A

6 di 17

3 INDAGINE MAGNETOMETRICA IN SUPERFICIE ED IN FORO

Le indagini magnetometriche, eseguite sia in superficie che in foro, sono state finalizzate all'individuazione di oggetti ferromagnetici interrati, come granate, bombe d'aereo o più in generali ordigni bellici. I magnetometri (Passive Metal Detector) sono apparati capaci di rilevare la variazione puntuale del campo magnetico terrestre causata dalla presenza nel terreno di oggetti ferromagnetici consentendo anche di stimarne la profondità. Il limite della profondità di localizzazione dipende per la sua natura, dalla dimensione, posizione e magnetizzazione dell'oggetto, nonché dalle caratteristiche locali dove la ricerca viene eseguita.

Per questo tipo di indagine ci si è avvalso di un magnetometro modello MAGNEX 120 LW prodotto dalla ditta Volta S.p.a.. Tale strumento consente di effettuare indagini sia in superficie che all'interno del foro trivellato.

Nel caso specifico, prima dell'inizio del sondaggio, si è effettuato un rilievo magnetometrico nell'intorno di ogni punto di indagine per un'area con estensione di circa 50 mq (10x5 m). Successivamente, l'indagine magnetometrica è stata spinta, all'interno dei fori di sondaggio, fino ad una profondità di 7 m dal piano campagna.

4 SONDAGGIO GEOGNOSTICO

4.1 PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

È stata eseguita n. 1 perforazione meccanica a carotaggio continuo a profondità di 30,00 metri da p.c., per la caratterizzazione geotecnica dei terreni.

Le carote di terreno recuperate lungo lo spessore investigato sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC, dotate di scomparti divisori e coperchio; infine ogni cassetta catalogatrice è stata singolarmente fotografata.

Le modalità operative di esecuzione delle perforazioni sono state svolte adottando le specifiche tecniche riportate nelle *Raccomandazioni A.G.I. 1977*.

Le attività svolte e le caratteristiche tecniche del sondaggio eseguito sono qui di seguito schematizzate:

Sondaggio	Profondità (m)	SPT (n)	C. R. (n)	C. I. (n)	Lefranc (n)	Pressio metrica (n)	Piez. Casagrande
BH1_PZ	30	5	1	2	2	2	n.1 cella a 15,0m

Tabella 1 - Tabella riepilogativa delle indagini svolte

Nel presente lavoro il sondaggio geotecnico eseguito è stato caratterizzato dalle seguenti modalità esecutive:

- *carotaggio continuo integrale e rappresentativo del terreno attraversato eseguito con carotiere semplice del diametro di 101 mm;*
- *perforazione eseguita a secco da 0 a 5,0 m e con l'ausilio di minime quantità di fluido;*
- *descrizione stratigrafica a carattere geotecnico dei terreni attraversati con indicazione delle profondità e degli spessori;*
- *prelievo di campioni indisturbati utilizzando un campionatore di tipo Shelby, in corrispondenza di litotipi a consistenza terrosa; i campioni indisturbati, paraffinati alle estremità e protetti con appositi tappi, sono stati sigillati indicando la denominazione del punto di indagine, la quota di prelievo, e la numerazione progressiva con prefisso CI;*
- *prelievo di campioni rimaneggiati in corrispondenza dei litotipi a consistenza terrosa, estraendo direttamente dal carotiere uno spezzone del materiale carotato nel corso della perforazione; immediatamente dopo il prelievo, essi sono stati posti in appositi sacchetti plastificati ove è stata indicata la denominazione del punto di indagine, la quota di prelievo, e la numerazione progressiva con prefisso CR;*



PROGETTO DEFINITIVO

Fermata Cefalù –Rampa di accesso alla galleria di sfollamento

INDAGINI GEOGNOSTICHE

SONDAGGI E PROVE IN FORO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS75	00	D 69 SG	GE 0001 001	A	8 di 17

- *esecuzione di prove geotecniche in foro tipo SPT;*
- *esecuzione di prove di permeabilità in foro tipo Lefranc;*
- *esecuzione di prove pressiometriche.*

4.2 ATTREZZATURA E UTENSILI DI PERFORAZIONE

Per l'esecuzione del sondaggio, è stata utilizzata una sonda idraulica cingolata:

Sonda oleodinamica MAIT GEA

MAIT GEA

Velocità di Rotazione: 0 ~ 800 rpm;

Motore potenza: 115 Cv;

Coppia Massima: 1300 Kgm @35 rpm;

Corsa Utile: 3400 mm;

Tiro-spinta: 6000 kg;

Pompe Acqua : 180 lt a 60 bar;

Scarotatrice: 50 lt a 50 bar.



Inoltre, nel corso della perforazione sono stati utilizzati:

- *carotieri semplici* con valvola in testa a sfera e calice;
- *corone di perforazione in widia;*
- *aste di perforazione con filettatura tronco-conica:* diametro esterno $\varnothing_{est} = 76-90$ mm; 23/8 Api Reg;
- *tubazioni di rivestimento provvisorio:* spessore del tubo $s = 8\div 10$ mm; diametro interno $107\div 162$ mm; lunghezza spezzoni $l = 1.500$ mm.

	PROGETTO DEFINITIVO Fermata Cefalù –Rampa di accesso alla galleria di sfollamento					
	INDAGINI GEOGNOSTICHE SONDAGGI E PROVE IN FORO	COMMESSA RS75	LOTTO 00	CODIFICA D 69 SG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

4.3 RILIEVO STRATIGRAFICO DEL SONDAGGIO

Il rilievo stratigrafico del sondaggio (stratigrafia) è stato ricavato *dall'esame diretto dei campioni di terreno (carote)* contenute nelle cassette catalogatrici, indicando tutti quei dati oggettivi rilevabili mediante *osservazione diretta e semplici prove di cantiere* (pocket penetrometer e vane test).

Nel corso della perforazione è stata costantemente rilevata la *percentuale di carotaggio* estratta. La percentuale di carotaggio è un indice che esprime il valore del recupero di materiale lungo la verticale del sondaggio, definito dal seguente rapporto:

$$\text{Percentuale di Carotaggio} \quad LC = \frac{\text{Lunghezza reale della carota prelevata}}{\text{Lunghezza teorica della carota}} \times 100$$

I dati litostratigrafici riscontrati nel corso dei sondaggi meccanici sono stati descritti e schematizzati in apposite *colonne stratigrafiche*, ove sono inoltre indicati il diametro di perforazione e della tubazione di rivestimento, la percentuale di carotaggio, la quota di prelievo dei campioni, la quota di esecuzione delle prove in foro nonché la strumentazione geotecnica installata.

4.3.1 Test rapidi di resistenza sulle carote

Nel corso del sondaggio meccanico, nei tratti coesivi delle carote estratte, sono stati eseguiti numerosi test rapidi di resistenza atti ad individuare le caratteristiche meccaniche dei terreni coesivi attraversati. In particolare ove possibile sono state eseguite sia prove pocket test sia prove vane test:

- **POCKET TEST** - La prova con penetrometro tascabile (Pocket Test) rappresenta un semplice metodo di misura in sito della resistenza a compressione dei terreni coesivi saturi e consiste nell'infiggere una punta cilindrica nel terreno, a velocità di infissione costante, misurando il valore massimo della resistenza opposta all'infissione. Le prove sono state condotte sulle carote appena estratte, avendo cura di evitare le porzioni deteriorate dalla perforazione. La resistenza alla compressione del terreno (UCS: Unconfined Strength) è stata rilevata direttamente sul nonio dello strumento al momento della rottura del terreno.
- **VANE TEST** - La prova scissometrica su carote (Vane Test), rappresenta un semplice metodo di misura in sito della resistenza al taglio non drenata dei terreni coesivi e consiste nell'infiggere una paletta (vane), a quattro lame ortogonali, nel terreno e nel farla ruotare misurando il valore massimo della torsione. Le prove sono state eseguite utilizzando uno scissometro tascabile con paletta a quattro lame rettangolari sulle carote appena estratte, avendo cura di evitare le porzioni deteriorate dalla perforazione. La resistenza al taglio di picco (Su) è stata rilevata direttamente sul nonio dello strumento al momento della rottura del terreno. Nel caso di completa saturazione del terreno si può considerare il valore di Su uguale alla coesione non drenata Cu.

I risultati delle singole prove sono stati inseriti alle relative profondità, nell'apposita scheda, allegata al presente report.

4.4 PROVE GEOTECNICHE IN FORO

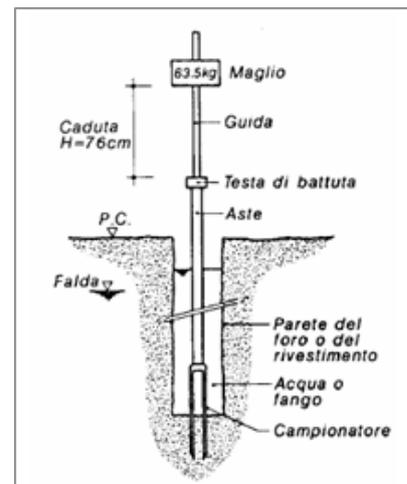
4.4.1 Prove penetrometriche dinamiche (SPT)

Le prove S.P.T. sono state eseguite adottando le specifiche tecniche standard suggerite dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) e hanno fornito i dati necessari per determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni.

Si tratta di prove che vengono eseguite in avanzamento di perforazione sul fondo del foro di sondaggio adeguatamente pulito da eventuale materiale franato dalle pareti dello stesso. Tramite queste prove si ottengono dei valori quantitativi sulla resistenza del suolo alla penetrazione.

La resistenza alla penetrazione viene determinata in funzione del numero di colpi necessari ad infiggere nel terreno un particolare campionatore per una lunghezza pari a 30 cm.

La prova consiste nel far cadere una massa (maglio a sganciamento a caduta libera), di peso pari a 63.50 Kg, da un'altezza standard di 76,0 cm su una batteria di aste di collegamento a sezione circolare (L = 3.00 m, Ø = 50 mm).



Il numero di colpi N_{spt} è la somma dei valori relativi agli ultimi due tratti di prova (30 cm) e consente la definizione, con buon grado di precisione, dei principali parametri meccanici del terreno. I valori riferiti ai primi 15 cm, generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno disturbato dalla perforazione.

Per i terreni in cui si è registrato il rifiuto della prova non esistono in letteratura correlazioni con l'angolo di attrito e/o con la coesione. Indicativamente è possibile individuare un valore di massima ponendo in tale caso $N_{spt} = 50$.

Viene riportata di seguito una tabella descrittiva delle prove SPT svolte per il sondaggio con i relativi risultati:

Sondaggio	Profondità (m)	S.P.T colpi	N_{spt} colpi
BH1_PZ	2,00	52/2cm	Rif.
	5,00	51/12cm	Rif.
	9,00	18-18-19	37
	13,00	38-101/5cm	Rif.
	19,00	51/7cm	Rif.

Tabella 2 – Risultati prove S.P.T.

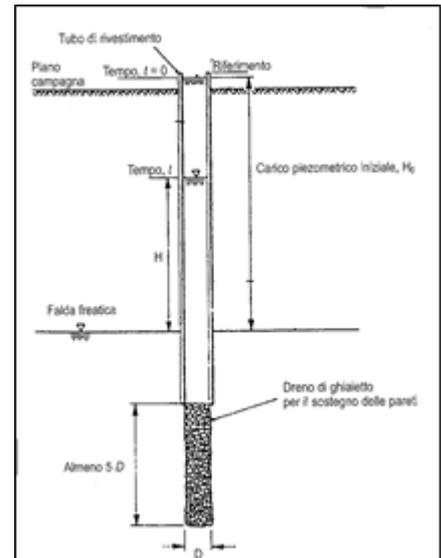
4.4.2 Prove di permeabilità tipo Lefranc

Per conoscere le caratteristiche di permeabilità di alcuni tratti di terreno attraversati nel corso delle perforazioni sono state eseguite delle prove di permeabilità in foro tipo LEFRANC.

La prova di permeabilità di tipo “Lefranc” viene eseguita in fase di esecuzione del sondaggio geognostico, in terreni a conducibilità medio-elevata, in falda, o fuori falda, in quest’ultimo caso dopo aver saturato con acqua il terreno.

I fori sono stati rivestiti fino alla quota di inizio della prova; il sostentamento delle pareti del tratto in prova è stato assicurato riempiendo la tasca filtrante con ghiaia pulita.

Le prove sono state eseguite sempre in avanzamento, o a carico variabile o a carico costante in funzione del diverso grado di permeabilità del terreno, immettendo nel terreno acqua in una cavità di forma nota (tasca filtrante cilindrica) e si misurano i tempi ed i corrispondenti valori di carico idraulico.



Di seguito viene riportata una tabella riepilogativa con le prove di permeabilità svolte.

I risultati ottenuti dalle suddette prove Lefranc sono riportati in schede in annesso alla presente relazione.

Sondaggio	n° prova	Profondità da m	Profondità a m
BH1_PZ	LE1	2,00	3,00
	LE2	24,00	25,00

Tabella 3 – Tabella riepilogativa delle prove di permeabilità svolte

4.4.3 Prove pressiometriche Menard

La *prova pressiometrica* consiste nella misura delle deformazioni radiali indotte in un foro mediante una sonda cilindrica dilatabile, incrementando gradualmente la pressione fino al limite di rottura (*Standard test methods for pressumeter testing in soil – ASTM D4719/87*).

Per l'esecuzione delle prove è stato utilizzato il pressimetro (tipo GB) sviluppato da Menard [1965] che comprende una cella centrale (cella di misura) piena d'acqua, posta tra due celle laterali (celle di guardia), e collegata ad un serbatoio che funge da separatore aria-acqua; le due celle laterali utilizzano un circuito indipendente idraulicamente svincolato dalla cella centrale ed impediscono deformazioni non radiali della cella di misura.

La pressione è stata fornita mediante una bombola di gas azoto e la variazione di raggio del foro, conseguente alla dilatazione della sonda è stata ottenuta indirettamente misurando la variazione di volume dell'acqua nella cella centrale.

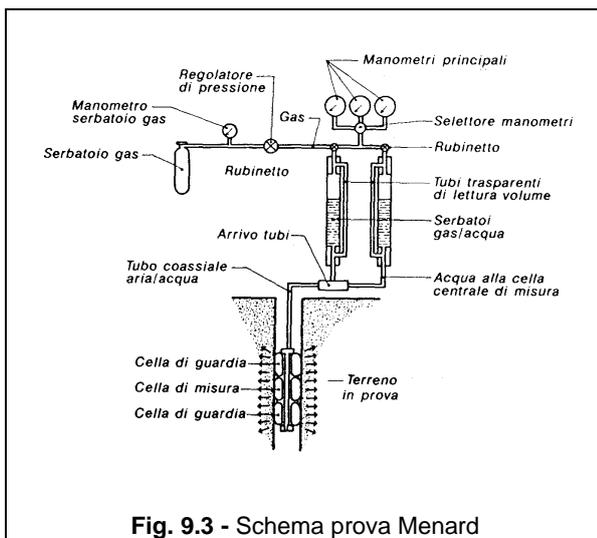


Fig. 9.3 - Schema prova Menard

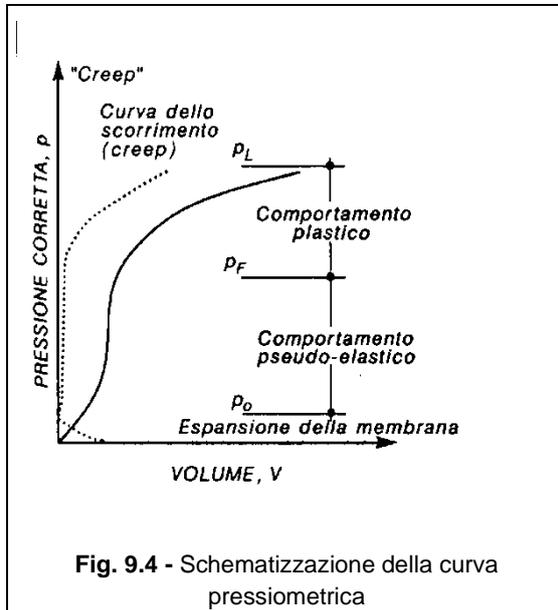
Le prove sono state condotte, seguendo il *metodo di Menard* così come standardizzato dalle *Norme Francesi NF P94-110 (Luglio 1991)*; le prove sono state eseguite, in un preforo da 66 mm appositamente realizzato, inducendo incrementi di pressione ed eseguendo, dopo ogni incremento, le letture volumetriche (cm^3) a 30" e 60".

I singoli valori di pressione e di volume letti alla centralina idraulica, posta in superficie, sono stati opportunamente "corretti" sulla base dei valori di taratura della membrana (correzione di

pressione) e del sistema idraulico (correzione di volume) rilevati all'inizio del ciclo di prove.

Le correzioni di pressione sono legate all'inerzia della cella di misura, mentre le correzioni di volume sono dovute all'espansione dei tubi di collegamento del sistema idraulico. La correzione di profondità è legata alla profondità della cella ed all'eventuale livello della falda nel foro. I risultati delle letture ai vari gradini di prova, i valori di correzione ed i valori corretti delle pressioni e dei volumi hanno permesso di ricavare le relative curve pressiometriche ed i *diagrammi del creep* dei terreni investigati.

Le curve pressiometriche corrette così ottenute permettono di evidenziare il seguente comportamento dei terreni in prova.



- un tratto normalmente curvilineo (concavo verso l'asse delle pressioni) delimitato dalla pressione P_0 (pressione iniziale) e corrispondente alla fase di ricomprensione del terreno disturbato dalla perforazione;
- un tratto quasi rettilineo caratterizzante la fase di deformazione pseudo-elastica compreso tra P_0 e la pressione P_f (pressione di scorrimento o di fluage);
- un tratto curvilineo (concavo verso l'asse dei volumi) corrispondente alla fase di deformazione plastica, caratterizzata da deformazioni sempre più ampie in rapporto alla pressione, fino alla rottura generale del terreno individuata dal valore della pressione P_L (pressione limite).

I risultati ottenuti dalla suddetta prova in foro sono stati raccolti in apposite schede nell'annesso 2 del presente report.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa con le relative indagini pressiométriche eseguite:

Sondaggio	n° prova	Profondità da m	Profondità a m
BH1_PZ	PM1	10,00	11,00
	PM2	20,00	21,00

Tabella 4 – Tabella riepilogativa delle prove pressiométriche svolte

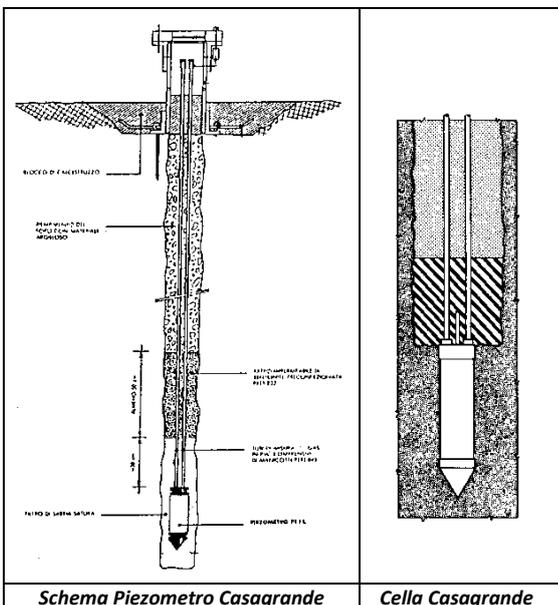
4.5 INSTALLAZIONE STRUMENTAZIONE IN FORO

4.5.1 Piezometro idraulico di Casagrande

Per rilevare la distribuzione dei valori della pressione neutra nel sottosuolo, nei fori di sondaggio sono stati installati dei piezometri di tipo idraulico, attraverso i quali sarà possibile controllare nel tempo le variazioni del livello della falda.

Con tale tipo di piezometro la misura della pressione neutra (solo se >0) viene ricavata rilevando il livello dell'acqua all'interno dei tubi. Si evidenzia che i piezometri di tipo idraulico hanno un tempo di risposta che dipende dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni attraversati. Ne deriva che i valori dei livelli idrici misurati prima che sia trascorso il tempo di risposta possono fornire misure non rappresentative delle reali condizioni idrauliche presenti al contorno.

Nel presente lavoro è stato installato *n. 1 Piezometro di Casagrande con n.1 cella a 15,0 m di profondità da p.c.*



Il piezometro Casagrande è costituito da una cella cilindrica in materiale ceramico poroso, ad elevata permeabilità, alla quale sono collegati due tubi da ½ pollice in PVC.

In tale piezometro il volume complessivo dell'acqua che entra in gioco nelle misure è più piccolo rispetto agli altri piezometri a tubo aperto, ciò riduce i tempi di risposta e ne rende possibile l'utilizzazione anche in terreni a permeabilità medio-bassa. Inoltre la presenza del doppio tubo consente lo spurgo e la pulizia della pietra porosa filtrante.

Ultimato il foro di sondaggio le operazioni d'installazione sono consistite nell'accurata pulizia del foro, nella deposizione di un tappo di cemento e

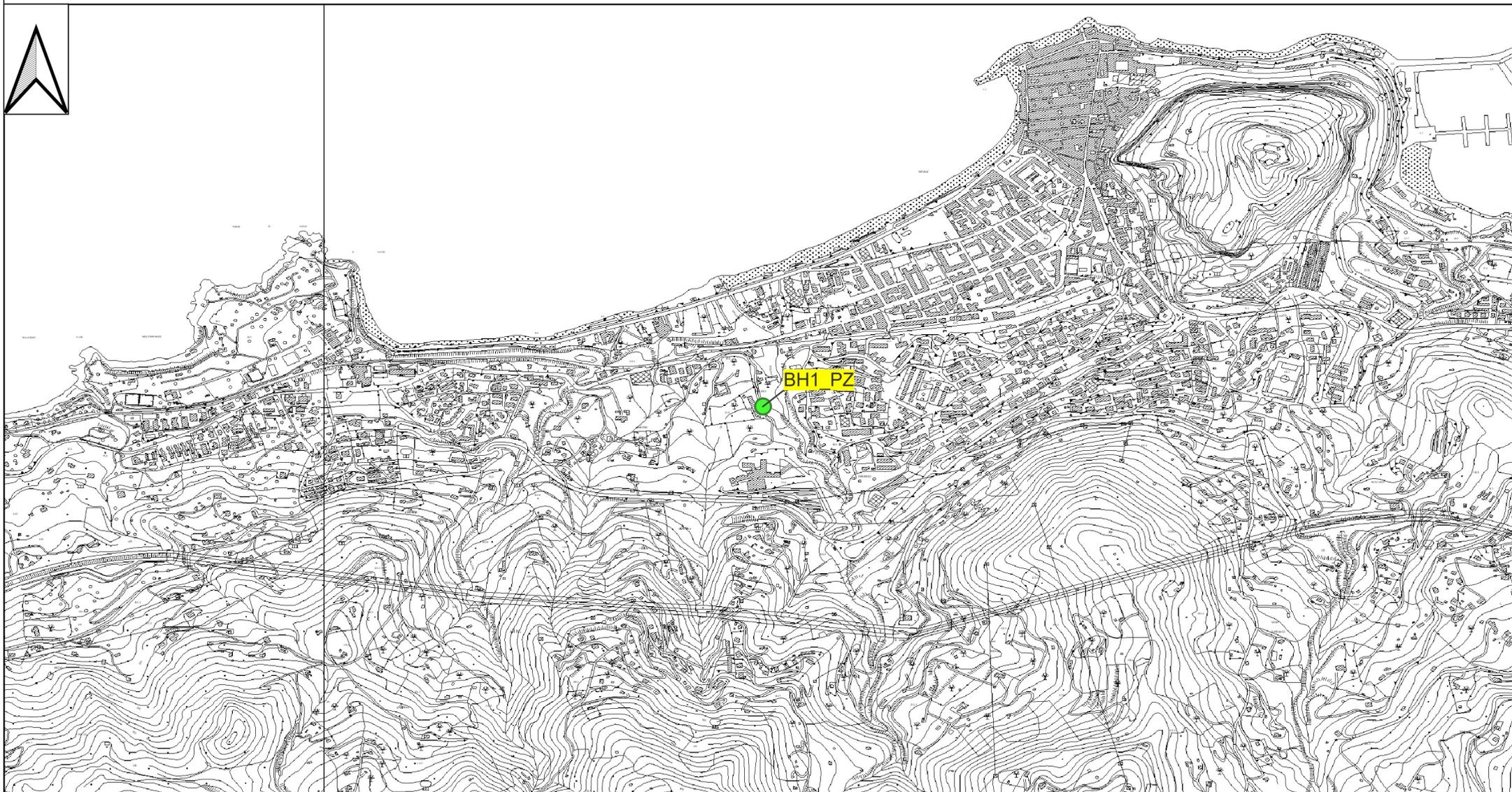
bentonite sul fondo, quindi è stata inserita la cella Casagrande collegata ai due tubi in PVC; il tratto di misura filtrante è stato riempito con una miscela di sabbia e ghiaia ed è stato isolato superiormente con un tappo impermeabile realizzato con una miscela di cemento e bentonite.

La rimanente parte del foro è stata cementata, sulla sommità è stato realizzato un pozzetto di protezione.

Ad ultimazione dell'installazione di ogni piezometro è stata effettuata la misura del livello di falda; il rilievo è stato condotto utilizzando un sondino elettrico a segnalazione acustica dotato di cavo centimetrato.

ANNESSO 1

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI

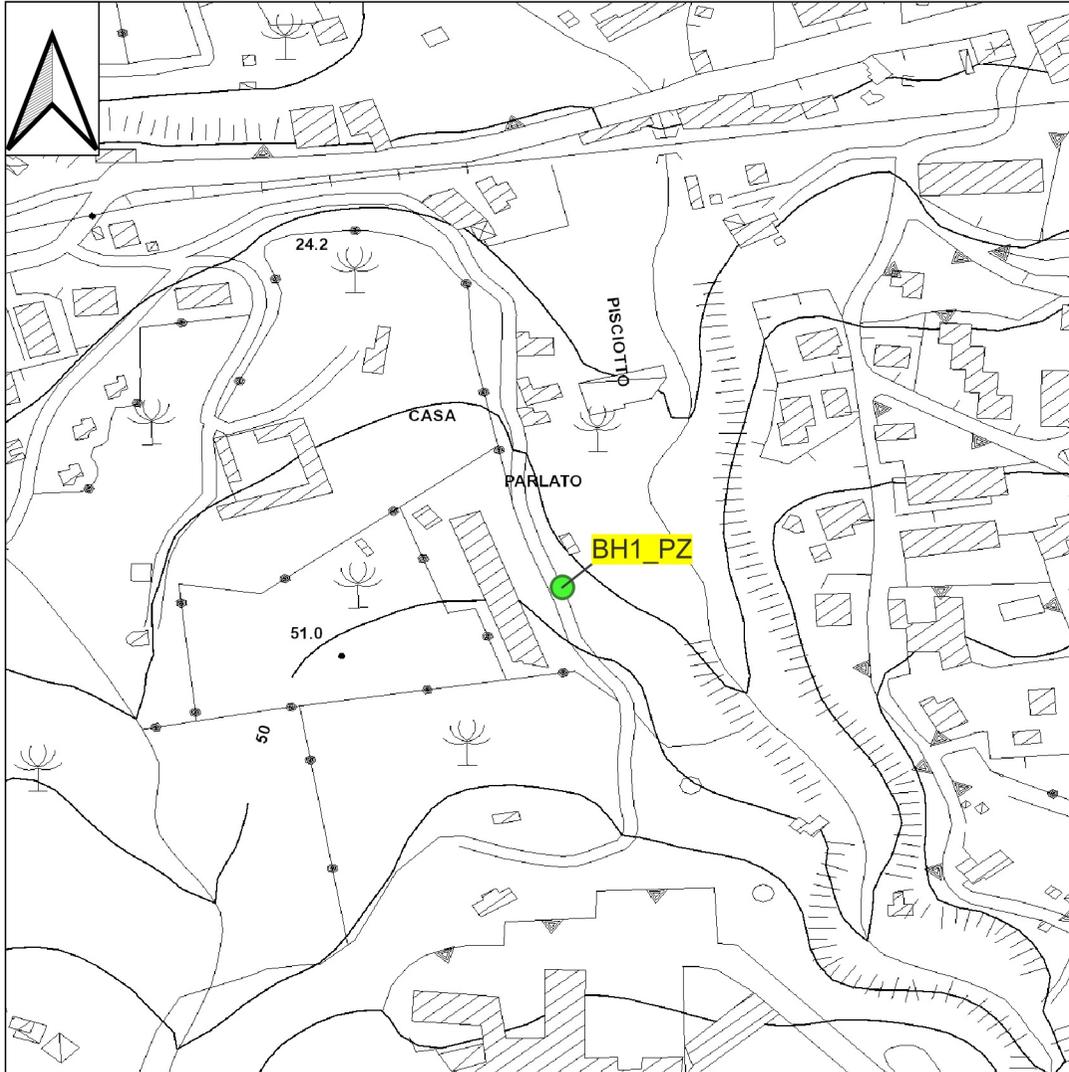


Legenda

 Sondaggio geognostico

Scala 1:10.000





Stralcio CTR (10.000)



Stralcio ortofoto

Legenda

- Sondaggio geognostico

Scala 1:2.000



ANNESSO 2

MONOGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: BH1_PZ
Riferimento: RS17.2D01_Variante PD Galleria Sfollamento Cefalù	Data: 24/10/2022 - 26/10/2022
Coordinate: Lat: 38° 1'49.02"N - Long: 14° 0'44.30"E	Quota: 46.9 metri s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 30.00 m dal p.c.	

PLANIMETRIA



Ubicazione sondaggio BH1_PZ

Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: BH1_PZ
Riferimento: RS17.2D01_Variante PD Galleria Sffollamento Cefalù	Data: 24/10/2022 - 26/10/2022
Coordinate: Lat: 38° 1'49.02"N - Long: 14° 0'44.30"E	Quota: 46.9 metri s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 30.00 m dal p.c.	

SCALA 1 :150

STRATIGRAFIA - BH1 PZ

Pagina 1/2

metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	R v	Ø mm	Campioni	A	RQD % 0 --- 100	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test				prove in foro	Cass.	Pz
											m	S.P.T.	N	Pt			
1				Sabbia debolmente limosa di colore bruno-giallastro, con presenza di ghiaia a composizione mista.							2,0	52/2cm	Rif	A			
2		2,0	2,0														
3		2,4	0,4	Arenaria di colore bruno molto compatta.												Lfr.V	1
4				Sabbia debolmente limosa di colore bruno-giallastro, poco addensata.													
5							SPT2) SPT	< 5,00 5,12			5,0	51/12cm	Rif	A			
6																	
7																	
8																	2
9							SPT3) SPT	< 9,00 9,45			9,0	18-18-19	37	A			
10																Prss	
11																	
12																	
13							SPT4) SPT	< 13,00 13,20			13,0	38-101/5cm	Rif	A			3
14		14,0	11,6														
15				Sabbia debolmente limosa di colore bruno-giallastro, poco addensata, con inclusioni di blocchi centimetrici e decimetrici di arenaria.			CR1) Rim	< 15,00 15,30									
16		16,0	2,0														
17		17,0	1,0	Argilla di colore grigio scuro poco consistente con inclusi clasti e argilliti centimetrici.													4
18							Cl1) She	< 18,00 18,40									
19				Argilla di colore grigio, mediamente consistente con inclusi clasti argillitici.							19,0	51/7cm	Rif	A			
20							SPT5) SPT	< 19,00 19,07									
21																Prss	
22		22,0	5,0														
23		23,0	1,0	Argillite di colore grigio-nerastro, molto resistente con venature di calcite.													5
24																	
25				Argilla di colore grigio scuro poco consistente con inclusi clasti e argilliti centimetrici.													Lfr.V
26							Cl2) She	< 25,00 25,40									
27																	
28																	6
29																	
30		30,0	7,0														

Il Responsabile di commessa
Geol. Francesco Amodeo

Il Responsabile di sito
Geol. Michael Bernunzo

Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: BH1_PZ
Riferimento: RS17.2D01_Variante PD Galleria Sffollamento Cefalù	Data: 24/10/2022 - 26/10/2022
Coordinate: Lat: 38° 1'49.02"N - Long: 14° 0'44.30"E	Quota: 46.9 metri s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 30.00 m dal p.c.	

SCALA 1:150

STRATIGRAFIA - BH1 PZ

Pagina 2/2

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO - BH1_PZ

- Attrezzatura di perforazione utilizzata: MAIT GEA
- Perforazione a carotaggio continuo (D=101 mm) da 0,00 a 30,00 m.
- Rivestimento (D=127 mm) da 0,00 a 24,00 m.
- Realizzato prescavo fino a 1,50m dal p.c.
- Test rapidi sulle carote: Pocket Test N. 3 e Vane Test N. 3
- Prove SPT: N. 5
- Installazione strumentazione in foro: Piezometro Casagrande, N. 1 cella a 15,0 m.
- Installato: pozzetto di protezione carrabile.

Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 6 cassette catalogatrici.

LIVELLO DI FALDA A FINE PERFORAZIONE

Data: 26/10/2022; a 10,00 m dal p.c.

- Campione SPT2 (SPT) - da m 5,00 a m 5,12
- Campione SPT3 (SPT) - da m 9,00 a m 9,45
- Campione SPT4 (SPT) - da m 13,00 a m 13,20
- Campione CR1 (Rimaneggiato) - da m 15,00 a m 15,30
- Campione CI1 (Shelby) - da m 18,00 a m 18,40
- Campione SPT5 (SPT) - da m 19,00 a m 19,07
- Campione CI2 (Shelby) - da m 25,00 a m 25,40

- Eseguita prova Lefranc a carico variabile a 2,5 m
- Eseguita prova Lefranc a carico variabile a 24,5 m
- Eseguita prova pressiometrica a 10,5 m
- Eseguita prova pressiometrica a 20,5 m

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC METODO A CARICO VARIABILE

COMMESSA: IP1152 IP01 IP18 SONDAGGIO: BH1_PZ PROVA N° LE1	DATA: 24/10/2022	ORA INIZIO: 14:00
		ORA FINE: 15:00

Committente : ITALFERR S.P.A

Oggetto: RS17.2D01_Variante PD Galleria Sffollamento Cefalù

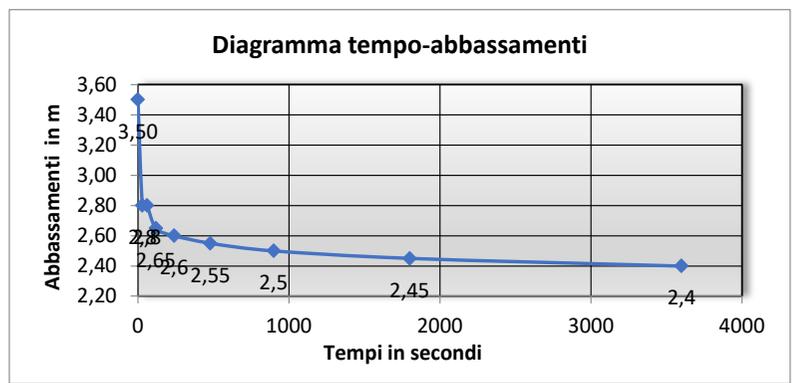
P (m)	R (m)	H (m)	L (m)	D (m)	CL	Rapp. L/D	Delta (m)	Area (mq)	Q. Falda da pc (m)	Inizio prova ore
3,00	2,00	3,50	1,000	0,101	2,778	9,900	0,50	0,008012	assente	14:00

Litologia della tasca filtrante: Sabbia debolmente limosa

Profondità tratto di prova :	T1 (sec.)	T2 (sec.)	H1 (m)	H2 (m)	CL	Kh (m/s)
2,00	0	30	3,50	2,80	2,778	2,15E-05
3,00	30	60	2,8	2,80	2,778	0,00E+00
	60	120	2,8	2,65	2,778	2,65E-06
	120	240	2,65	2,60	2,778	4,58E-07
	240	480	2,6	2,55	2,778	2,33E-07
	480	900	2,55	2,50	2,778	1,36E-07
	900	1800	2,5	2,45	2,778	6,47E-08
	1800	3600	2,45	2,40	2,778	3,30E-08
					Kh (m/s)	3,13E-06

LEGENDA

P = profondità foro dal p.c.
R = profondità rivestimento da p.c.
H = altezza colonna d'acqua nel foro
L = Lunghezza tratto provato
D = Diametro foro
CL = Coefficiente di Forma
Delta = Tratto rivestimento sopra al p.c.
A = Area di base del foro di sondaggio
T1 e T2 (sec) = tempi ai quali si misurano i volumi d'acqua immessi
H1 e H2 = Altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro stesso agli istanti T1 e T2
Kv = Coefficiente di permeabilità verticale
Kh = Coefficiente di permeabilità orizzontale
Kvh = Coefficiente di permeabilità intermedio

$$K = \frac{A}{CL (T2-T1)} \ln \frac{H1}{H2}$$


Note:

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC METODO A CARICO VARIABILE

COMMESSA: IP1152 IP01 IP18	SONDAGGIO: BH1_PZ	PROVA N° LE2	DATA: 25/10/2022	ORA INIZIO: 15:45
				ORA FINE: 16:45

Committente : ITALFERR S.P.A

Oggetto: RS17.2D01_Variante PD Galleria Sfollamento Cefalù

P (m)	R (m)	H (m)	L (m)	D (m)	CL	Rapp. L/D	Delta (m)	Area (mq)	Q. Falda da pc (m)	Inizio prova ore
25,00	24,00	10,20	1,000	0,101	2,778	9,900	0,20	0,008012	10,00	15:45

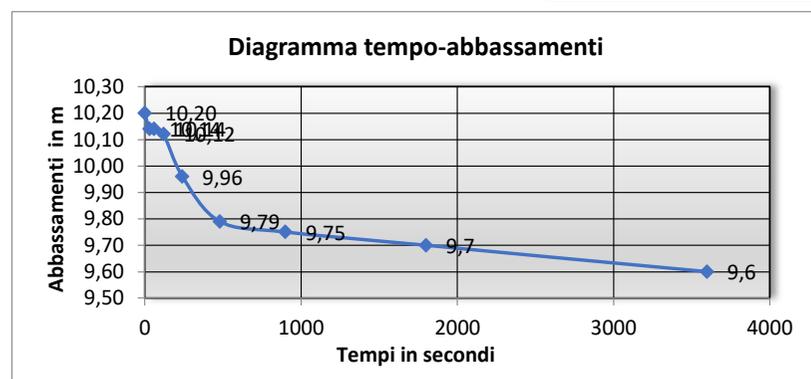
Litologia della tasca filtrante: Argilla

Profondità tratto di prova :	T1 (sec.)	T2 (sec.)	H1 (m)	H2 (m)	CL	Kh (m/s)
24,00	0	30	10,20	10,14	2,778	5,67E-07
25,00	30	60	10,14	10,14	2,778	0,00E+00
	60	120	10,14	10,12	2,778	9,49E-08
	120	240	10,12	9,96	2,778	3,83E-07
	240	480	9,96	9,79	2,778	2,07E-07
	480	900	9,79	9,75	2,778	2,81E-08
	900	1800	9,75	9,70	2,778	1,65E-08
	1800	3600	9,7	9,60	2,778	1,66E-08
					Kh (m/s)	1,64E-07

LEGENDA

P = profondità foro dal p.c.
R = profondità rivestimento da p.c.
H = altezza colonna d'acqua nel foro
L = Lunghezza tratto provato
D = Diametro foro
CL = Coefficiente di Forma
Delta = Tratto rivestimento sopra al p.c.
A = Area di base del foro di sondaggio
T1 e T2 (sec) = tempi ai quali si misurano i volumi d'acqua immessi
H1 e H2 = Altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro stesso agli istanti T1 e T2
Kv = Coefficiente di permeabilità verticale
Kh = Coefficiente di permeabilità orizzontale
Kvh = Coefficiente di permeabilità intermedio

$$K = \frac{A}{CL (T2-T1)} \ln \frac{H1}{H2}$$



Note:

Sondaggio : **BH 1 PZ** Prova : **PM1** da metri : **10,00** a metri : **11,00** dal p.c.

Lavoro : **Indagini geognostiche Galleria sfollamento fermata Cefalù**

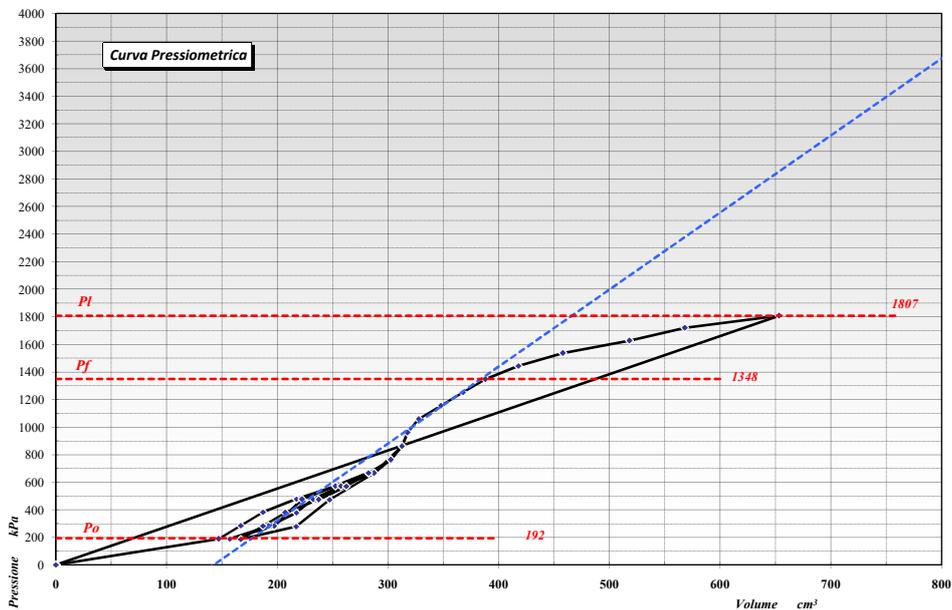
Committente : **ITALFEER Spa**

Altezza del livello di folds dalla cella **m** Profondità della cella centrale dal p.c. **10,50 m**
 Altezza del manometro dal p.c. **0,95 m** Correzione di profondità **115 kPa**

Litologia del tratto di prova : **SABBIE FINI LIMOSE MOLTO ADDENSATE**

LETTURE - Prova a controllo di carico					CORREZIONI		D VOLUME		CURVA PRESSIOMETRICA	
Gradino n.	Pressione kPa	Volume cm ³			Pressione kPa	Volume cm ³	Creep V(60-30) cm ³	Change V(60-60) cm ³	Pressione kPa	Volume cm ³
		a 15 sec	a 30 sec	a 60 sec						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	100	95	160	190	26,13	42,93	30	190	188	147
2	200	200	210	215	29,56	47,87	5	25	285	167
3	300	225	235	240	33,00	52,80	5	25	382	187
4	400	255	265	275	37,81	57,73	10	35	477	217
5	500	285	305	315	43,31	62,67	10	40	571	252
6	600	330	340	350	48,13	67,60	10	35	666	282
7	400			280	38,50	57,73	280	70	476	222
8	200			245	33,69	47,87	245	35	281	197
9	100			200	27,50	42,93	200	45	187	157
10	200	220	230	240	33,00	47,87	10	40	282	192
11	300	255	265	270	37,13	52,80	5	30	377	217
12	400	280	285	290	39,88	57,73	5	20	475	232
13	500	300	310	320	44,00	62,67	10	30	571	257
14	600	335	345	355	48,81	67,60	10	35	666	287
15	700	365	370	375	51,56	72,53	5	20	763	302
16	800	380	385	390	53,63	77,47	5	15	861	313
17	600			355	48,81	67,60	355	35	666	287
18	400			305	41,94	57,73	305	50	473	247
19	200			265	36,44	47,87	265	40	278	217
20	100			210	28,88	42,93	210	55	186	167
21	200	220	230	235	32,31	47,87	5	25	282	187
22	300	245	255	260	35,75	52,80	5	25	379	207
23	400	275	285	295	40,56	57,73	10	35	474	237
24	500	310	320	325	44,69	62,67	5	30	570	262
25	600	340	345	350	48,13	67,60	5	25	666	282
26	700	365	370	375	51,56	72,53	5	25	763	302
27	800	380	385	390	53,63	77,47	5	15	861	313
28	900	395	398	400	55,00	82,40	2	10	960	318
29	1000	405	410	415	57,06	87,33	5	15	1057	328
30	1100	425	435	440	60,50	92,27	5	25	1154	348
31	1200	450	455	465	63,94	97,20	10	25	1251	368
32	1300	470	480	490	67,38	102,13	10	25	1347	388
33	1400	505	520	525	72,19	107,07	5	35	1442	418
34	1500	535	560	570	78,38	112,00	10	45	1536	458
35	1600	600	620	635	87,31	116,93	15	65	1627	518
36	1700	655	675	690	94,88	121,87	15	55	1720	568
37	1800	715	760	780	107,25	126,80	20	90	1807	653
38	1900									
39	2000									
40	2100									
41	2200									
42	2300									
43	2400									
44	2500									
45	2600									
46	2700									
47	2800									
48	2900									
49	3000									
50	3100									
51	3200									
52	3300									
53	3400									
54	3500									
55	3600									
56	3700									
57	3800									
58	3900									

Pressiometro Apageo Tipo 1 GB - Sonda tricellulare BX da 60 mm e 535 cm³ - Foro con carotiere da 66 mm



Pressione iniziale	Po	192	kPa	Modulo pressiometrico Menard	EM	12122	kPa
Pressione di scorrimento	Pf (fluage)	1348	kPa	Modulo di taglio	Gi	4557	kPa
Pressione limite	Pl	1807	kPa				

Sondaggio : BH1_PZ Prova : PM2 da metri : 20,00 a metri : 21,00 dal p.c.

Lavoro : Indagini geognostiche DITTAINO

Committente : ITALFERR Spa

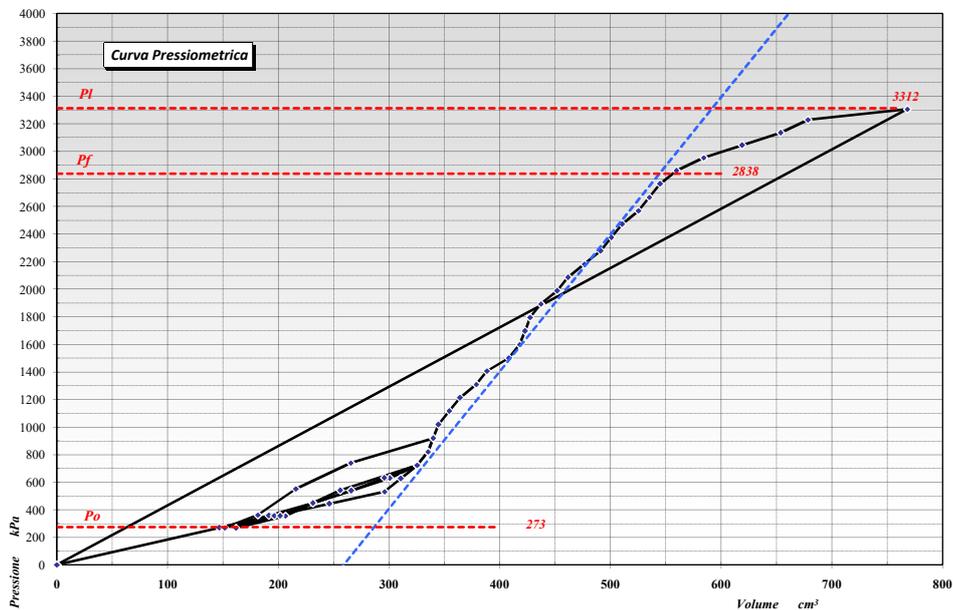
Altezza del livello di folds dalla cella m Profondità della cella centrale dal p.c. 20,50 m
 Altezza del manometro dal p.c. 0,95 m Correzione di profondità 215 kPa

Litologia del tratto di prova :

ARGILLE Deolmente LIMOSE MOLTO CONSISTENTI

LETTURE - Prova a controllo di carico					CORREZIONI		D VOLUME		CURVA PRESSIOMETRICA	
Gradino n.	Pressione kPa	Volume			Pressione kPa	Volume cm ³	Creep V(60-30)	Change V(60-60)	Pressione kPa	Volume cm ³
		a 15 sec	a 30 sec	a 60 sec						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	100	90	135	170	44,63	23,27	35	170	270	147
2	200	190	200	215	56,44	23,53	15	45	358	191
3	300	230	240	255	66,94	23,80	15	40	448	231
4	400	270	280	290	76,13	24,07	10	35	538	266
5	500	300	310	325	85,31	24,33	15	35	629	301
6	600	335	345	350	91,88	24,60	5	25	723	325
7	400			280	73,50	24,07	280	70	541	256
8	200			230	60,38	23,53	230	50	354	206
9	100			185	48,56	23,27	185	45	266	162
10	200	200	210	220	57,75	23,53	10	35	357	196
11	300	245	260	270	70,88	23,80	10	50	444	246
12	400	285	305	320	84,00	24,07	15	50	531	296
13	500	325	330	335	87,94	24,33	5	15	627	311
14	600	340	345	350	91,88	24,60	5	15	723	325
15	700	355	358	360	94,50	24,87	2	10	820	335
16	800	360	363	365	95,81	25,13	2	5	919	340
17	600			290	76,13	24,60	290	75	738	265
18	400			240	63,00	24,07	240	50	552	216
19	200			205	53,81	23,53	205	35	361	181
20	100			175	45,94	23,27	175	30	269	152
21	200	200	215	225	59,06	23,53	10	50	355	201
22	300	235	245	255	66,94	23,80	10	30	448	231
23	400	260	280	290	76,13	24,07	10	35	538	266
24	500	300	310	320	84,00	24,33	10	30	631	296
25	600	330	340	350	91,88	24,60	10	30	723	325
26	700	355	358	360	94,50	24,87	2	10	820	335
27	800	362	365	365	95,81	25,13		5	919	340
28	900	368	368	370	97,13	25,40	2	5	1017	345
29	1000	370	375	380	99,75	25,67	5	10	1115	354
30	1100	383	388	390	102,38	25,93	2	10	1212	364
31	1200	395	400	405	106,31	26,20	5	15	1308	379
32	1300	410	413	415	108,94	26,47	2	10	1406	389
33	1400	420	430	435	114,19	26,73	5	20	1500	408
34	1500	440	443	445	116,81	27,00	2	10	1598	418
35	1600	445	448	450	118,13	27,27	2	5	1696	423
36	1700	450	453	455	119,44	27,53	2	5	1795	427
37	1800	458	463	465	122,06	27,80	2	10	1892	437
38	1900	470	475	480	126,00	28,07	5	15	1989	452
39	2000	485	488	490	128,63	28,33	2	10	2086	462
40	2100	495	500	505	132,56	28,60	5	15	2182	476
41	2200	510	515	520	136,50	28,87	5	15	2278	491
42	2300	525	528	530	139,13	29,13	2	10	2375	501
43	2400	535	538	540	141,75	29,40	2	10	2473	511
44	2500	545	550	555	145,69	29,67	5	15	2569	525
45	2600	560	563	565	148,31	29,93	2	10	2666	535
46	2700	570	573	575	150,94	30,20	2	10	2764	545
47	2800	580	585	590	154,88	30,47	5	15	2860	560
48	2900	595	605	615	161,44	30,73	10	25	2953	584
49	3000	625	640	650	170,63	31,00	10	35	3044	619
50	3100	660	675	685	179,81	31,27	10	35	3135	654
51	3200	695	705	710	186,38	31,53	5	25	3228	678
52	3300	735	760	800	210,00	31,80	40	90	3305	768
53	3400									
54	3500									
55	3600									
56	3700									
57	3800									
58	3900									

Pressiometro Apageo Tipo 1 GB - Sonda tricellulare BX da 60 mm e 535 cm³ - Foro con carotiere da 66 mm



Pressione iniziale	Po	273	kPa	Modulo pressiometrico Menard	EM	25157	kPa
Pressione di scorrimento	Pf (fluage)	2838	kPa	Modulo di taglio	Gi	9457	kPa
Pressione limite	Pl	3312	kPa				

Committente: Italferr S.p.a.

Riferimento: RS17.2D01_Variante PD Galleria Sffollamento Cefalù

Sondaggio: BH1_PZ

Data: 24/10/2022 - 26/10/2022



Piazzamento



Prescavo

Committente: Italferr S.p.a.

Sondaggio: BH1_PZ

Riferimento: RS17.2D01_Variante PD Galleria Sffollamento Cefalù

Data: 24/10/2022 - 26/10/2022

Fotografie - Pagina 2/5



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: BH1_PZ
Riferimento: RS17.2D01_Variante PD Galleria Sffollamento Cefalù	Data: 24/10/2022 - 26/10/2022

Fotografie - Pagina 3/5



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00

Committente: Italferr S.p.a.

Sondaggio: BH1_PZ

Riferimento: RS17.2D01_Variante PD Galleria Sffollamento Cefalù

Data: 24/10/2022 - 26/10/2022

Fotografie - Pagina 4/5



Cassetta n° 5 - profondità da m 20,00 a m 25,00



Cassetta n° 6 - profondità da m 25,00 a m 30,00



Pozzetto di protezione carrabile aperto



Pozzetto di protezione carrabile chiuso